



TUGAS AKHIR - TF 145565

**SISTEM OTOMASI LEVEL *STORAGE* PADA RANCANG BANGUN
ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DARI LIMBAH
PLASTIK**

**MIFTACHUL DYAH MADASARI
NRP. 10511500000012**

**DOSEN PEMBIMBING
Arief Abdurrahman, S.T., M.T.
NIP . 19870712 201404 1 002**

**Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.
NPP . 1991201712053**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



TUGAS AKHIR – TF 145565

**SISTEM OTOMASI LEVEL *STORAGE* PADA RANCANG
BANGUN ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK
(BBM) DARI LIMBAH PLASTIK**

**MIFTACHUL DYAH MADASARI
NRP. 10511500000012**

**DOSEN PEMBIMBING
Arief Abdurrahman, S.T., M.T.
NIP . 19870712 201404 1 002**

**Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.
NPP . 1991201712053**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT – TF 145565

***STORAGE LEVEL AUTOMATION SYSTEM IN
PROTOTYPE OF FUEL OIL PRODUCTION FROM
PLASTIC WASTE***

**MIFTACHUL DYAH MADASARI
NRP. 10511500000012**

ADVISOR LECTURER
Arief Abdurrahman, S.T., M.T.
NIP . 19870712 201404 1 002

Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.
NPP . 1991201712053

***STUDY PROGRAM DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018***

LEMBAR PENGESAHAN I

**“SISTEM OTOMASI LEVEL *STORAGE* PADA RANCANG
BANGUN ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK
(BBM) DARI LIMBAH PLASTIK”**

TUGAS AKHIR

Oleh:

MIFTACHUL DYAH MADASARI

NRP. 10511500000012

Surabaya, 25 Juli 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Arief Abdurrahman, S.T., M.T.

NIP. 19870712 201404 1 002

Dosen Pembimbing II



Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.

NPP. 1991201712053

Kepala Departemen Teknik Instrumentasi


Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II
“SISTEM OTOMASI LEVEL *STORAGE* PADA RANCANG
BANGUN ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK
(BBM) DARI LIMBAH PLASTIK”

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya pada Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MIFTACHUL DYAH MADASARI
NRP. 10511500000012

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Arief Abdurrahman, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing I)
2. Sefi Novendra P., S.Si, M.T. (Dosen Pembimbing II)
3. Dwi Oktavianto W. N., S.T., M.T. (Ketua Tim Penguji)

SISTEM OTOMASI LEVEL *STORAGE* PADA RANCANG BANGUN ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DARI LIMBAH PLASTIK

Nama : Miftachul Dyah Madasari
NRP : 10511500000012
Departemen : Teknik Instrumentasi, FV-ITS
Dosen Pembimbing I : Arief Abdurrahman, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak yang menduduki posisi empat dunia. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, maka terjadi peningkatan jumlah sampah. Sampah plastik merupakan sampah yang sulit untuk diuraikan secara alami. Penanggulangan limbah plastik belum mampu mengurangi volume limbah plastik di Indonesia. Permasalahan dapat ditanggulangi dengan alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik menggunakan metode pemanasan pirolisis. Alat ini memiliki *crusher* sebagai pencacah plastik, ruang pemanasan, 2 *condensor*, dan 4 *storage* untuk proses *packaging*. Salah satu bagian terpenting pada proses produksi limbah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) terletak pada tangki penyimpanan yang memiliki sistem otomasi level pada *storage* untuk *packaging* per liter. Telah dilakukan pengujian terhadap 4 macam sensor level, akhirnya dipilih *float switch horizontal* karena dapat mendeteksi ketinggian pada fluida jenis bensin. Pengujian sistem otomasi level dilakukan dengan mengetahui respon *solenoid valve* terhadap sensor. Respon sistem otomasi level saat *close loop* pada *storage* menunjukkan saat sensor 1 dalam kondisi *low* maka *solenoid valve* 1 membuka 100% serta *solenoid valve* 2 menutup 0% dan sebaliknya.

Kata kunci: Sampah, Plastik, Pirolisis, *Crusher*, Kondensor, *Storage*, *Packaging*, Otomasi, *Solenoid Valve*.

STORAGE LEVEL AUTOMATION SYSTEM IN PROTOTYPE OF FUEL OIL PRODUCTION FROM PLASTIC WASTE

Name : Miftachul Dyah Madasari
NRP : 10511500000012
Department : Instrumentation Engineering - ITS
Lecturer I : Arief Abdurrahman, S.T., M.T.
Lecturer II : Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.

ABSTRACT

Indonesia is a country with the most populations that occupy the world's four positions. With the increasing population, there is an increase in the amount of waste. Plastic waste is a waste that is difficult to decipher naturally. Plastic waste management has not been able to reduce the volume of plastic waste in Indonesia. Problems can be overcome by means of production of fuel oil from waste plastic using pyrolysis heating method. This tool has a crusher as a plastic counter, space heating, 2 condensers, and 4 storage for the packaging process. One of the most important parts in the process of producing plastic waste into fuel oil is in the storage tank which has a level automation system for storage for packaging per liter. It has been tested on 4 types of level sensors, finally the horizontal float switch is chosen because it can detect the height of the type of gasoline fluid. Testing of level automation system is done by knowing solenoid valve response to sensor. The response of the level automation system during open loop on storage shows that when sensor 1 is in low condition the solenoid valve 1 opens 100% and the solenoid valve 2 closes 0% and forward.

Keywords: Garbage, Plastic, Pyrolysis, Crusher, Condensor, Storage, Packaging, Automation, Solenoid Valve.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang diselenggarakan oleh Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi ITS dalam memenuhi mata kuliah Tugas Akhir dengan tepat waktu.

Dalam laporan ini membahas tentang **SISTEM OTOMASI LEVEL STORAGE PADA RANCANG BANGUN ALAT PRODUKSI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DARI LIMBAH PLASTIK**. Dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
2. Kedua orangtua yang sudah memberikan doa serta semangat.
3. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi ITS.
4. Bapak Arief Abdurrahman, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir.
5. Ibu Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Instrumentasi yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
7. Teman-teman Tim Pirolisis (Wanda, Vicky, dan Ayu) yang telah melewati suka dan duka bersama.
8. Teman-teman pejuang Tugas Akhir Teknik Instrumentasi 2018 serta teman-teman angkatan F50 yang selalu memotivasi penulis.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam pembuatan laporan ini baik dari segi materi maupun penyajian.

Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun serta semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, 15 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
LEMBAR PENGESAHAN II.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pirolisis	5
2.2 Kondensasi	5
2.3 Jenis Plastik	5
2.4 Sifat Termal Bahan Plastik.....	6
2.5 Bahan Bakar Minyak.....	7
2.5.1 Solar	7
2.5.2 Minyak Tanah.....	8
2.5.3 Premium	8
2.6 Proses Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak.....	8
2.7 Perkembangan Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik....	9
BAB III METODOLOGI	13
3.1 Bahan dan Peralatan yang Digunakan	13
3.1.1 Sensor <i>Float Switch</i> SF122	13

3.1.2 <i>Solenoid Valve</i>	13
3.1.3 <i>Relay</i>	14
3.1.4 Mikrokontroler ATmega 8535	15
3.2 Prosedur Penelitian	17
3.2.1 <i>Flowchart</i>	17
3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Desain	18
3.2.3 Pengujian Alat	22
3.2.4 Pengambilan Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Perancangan Alat	25
4.2 Pemilihan Sensor	26
4.3 Desain <i>Storage</i>	35
4.4 Sistem Otomasi Level	37
4.5 Diagram Blok Sistem Otomasi Level	37
4.6 Pengujian Sensor <i>Float Switch</i> SF122	38
4.7 Kalibrasi Sensor dan Aktuator	40
4.8 Pembahasan	40
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
A. <i>Datasheet Sensor Float Switch</i>	
B. <i>Datasheet ATmega 8535</i>	
C. <i>Datasheet Solenoid Valve</i>	
D. <i>Listing Program</i>	
BIOGRAFI PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nomor Kode Plastik	6
Gambar 2. 2 Desain Alat Produksi BBM 2015	9
Gambar 2. 3 Desain Alat Produksi BBM 2017	10
Gambar 3. 1 Sensor Float Switch SF122.....	13
Gambar 3. 2 Solenoid Valve	14
Gambar 3. 3 <i>Relay Module</i>	15
Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8535	15
Gambar 3. 5 Diagram Alir Tugas Akhir.....	17
Gambar 3. 6 Desain 1 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik.	18
Gambar 3. 7 Desain 2 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik.	19
Gambar 3. 8 Desain 3 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik.	20
Gambar 3. 9 Desain 4 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik	20
Gambar 3. 10 Algoritma Integrasi Komponen	22
Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Alat Produksi BBM.....	25
Gambar 4. 2 Sensor Level Switch Double Ball.....	26
Gambar 4. 3 Penempatan pada Storage Alat Produksi BBM.....	27
Gambar 4. 4 Penempatan Sensor Level Switch.....	27
Gambar 4. 5 Sensor Ultrasonik HCSR04	28
Gambar 4. 6 Penempatan Sensor pada Plant	28
Gambar 4. 7 Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik HCSR04	29
Gambar 4. 8 Metode Pengukuran Hukum <i>Pascal</i>	30
Gambar 4. 9 Sensor Non-contact XKC-Y25-T12V	31
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Non-contact XKC-Y25-T12V	31
Gambar 4. 11 Penempatan Sensor Non-contact.....	32
Gambar 4. 12 Perilaku yang Tepat pada Sensor Non-contact.....	32
Gambar 4. 13 Perilaku Tidak Tepat pada Sensor Non-contact ...	33
Gambar 4. 14 Sensor Float Switch Horizontal.....	33
Gambar 4. 15 Penempatan Sensor Float Switch	34
Gambar 4. 16 Pemasangan Sensor pada Storage.....	34
Gambar 4. 17 Hasil Pembacaan Sensor Float Switch Horizontal	35
Gambar 4. 18 Desain Tangki Penampung	35
Gambar 4. 19 Diagram Blok Sistem Otomasi Level Storage.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Plastik, Kode, dan Penggunaanya.....	6
Tabel 2. 2 Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik	7
Tabel 2. 3 Hasil Uji Alat Produksi BBM 2015.....	9
Tabel 4. 1 Tabel Kerapatan Benda.....	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Level Switch Kondisi High ..	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Level Switch Kondisi Low ..	39
Tabel 4. 4 Hasil Kalibrasi Sensor dan Aktuator	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak yang menduduki posisi empat dunia dengan populasi sebanyak 263,991 juta pada tahun 2017 [1]. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk maka jumlah konsumsi untuk mendukung aktivitas sehari-hari juga mengalami peningkatan. Peningkatan konsumsi penunjang aktivitas menyebabkan penumpukan sampah meningkat. Pada tahun 2015, tercatat jumlah keseluruhan sampah per tahun sebesar 64 juta ton dengan peningkatan sebesar 2-4% tiap tahun apabila jumlah sampah tidak dapat dikurangi. Jumlah tersebut terdiri atas sampah organik sebesar 58%, sampah plastik sebesar 14%, kertas sebesar 9%, logam sebesar 2%, dan sebagainya sebanyak 17% [2].

Plastik merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Limbah plastik sulit untuk diuraikan secara alami. Untuk menguraikan limbah plastik membutuhkan waktu 80 tahun agar terdegradasi secara sempurna [3]. Penggunaan bahan plastik tidak baik bagi lingkungan apabila digunakan tanpa menggunakan batasan tertentu. Sedangkan dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan bahan plastik dapat ditemukan hampir pada seluruh aktivitas hidup manusia. Terdapat beberapa cara penanggulangan limbah plastik selain mengubur ataupun membakarnya, antara lain meliputi mengurangi penggunaan kantong plastik dengan menggantinya dengan alat (kain) untuk membungkus barang atau dikenal dengan *furoshiki* ; pengolahan limbah plastik menggunakan metode fabrikasi; dan penggunaan plastik *biodegradable* yang lebih mudah terurai di alam [4].

Penggunaan metode penanggulangan limbah plastik yang telah dijelaskan di atas masih belum mampu mengurangi volume limbah plastik di Indonesia karena dinilai kurang efektif dan efisien. Oleh karena itu, alat produksi bahan bakar minyak dari

limbah plastik dengan menggunakan metode pemanasan pirolisis dan proses kondensasi sehingga rantai karbon pada plastik dapat terurai. Alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik yang sekarang ada masih menggunakan sistem manual dengan menggunakan pencacah plastik, ruang pemanas sebagai sebagai penghasil uap, memiliki 2 tahap *condensor*, dan 2 *storage*. Oleh karena itu, dibuatlah alat produksi Bahan Bakar Minyak dari limbah plastik dengan sistem kontrol sehingga seluruh proses dapat bekerja secara otomatis dengan memberikan *set point*. Alat ini memiliki *crusher* sebagai pencacah plastik, ruang pemanasan, 2 *condensor*, dan 4 *storage* untuk proses *packaging*.

Salah satu bagian terpenting pada proses produksi limbah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) terletak pada tangki penyimpanan sebagai wadah untuk menampung hasil pengolahan berupa BBM. Tangki penampung masih menggunakan teknologi konvensional sehingga tidak ada alat untuk memantau level BBM yang dihasilkan. Oleh karena itu, dibuatlah sistem otomasi level pada *storage* untuk mengetahui volume BBM yang tertampung dan dipindahkan dalam *packaging* 1 liter agar siap digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat ditarik dari latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana cara untuk merancang sistem otomasi level *storage* pada rancang bangun alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik, dan
2. bagaimana cara untuk menguji sistem otomasi level *storage* pada rancang bangun alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Variabel yang diukur adalah level pada *storage*
2. Sensor yang digunakan adalah sensor *magnetic float switch plastic horizontal type* SF122

3. Menggunakan mikrokontroler ATmega 8535
4. *Final control element* berupa *solenoid valve*

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat diketahui tujuan dari tugas akhir ini, yaitu :

1. Merancang sistem otomasi level *storage* pada rancang bangun alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik, dan
2. menguji sistem otomasi level *storage* pada rancang bangun alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik.

1.5 Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai sistem otomasi *level* pada *storage* alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik menggunakan mikrokontroler ATmega 8535, diharapkan Tugas Akhir ini nantinya dapat dijadikan media pembelajaran dan pengetahuan bagi mahasiswa.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pirolisis

Pirolisis yaitu pemanasan dalam kondisi bebas oksigen, mengurai senyawa organik dari suatu bahan menjadi produk cair dan gas dengan melepaskan ikatan bahan-bahan anorganik yang terikat. Proses pirolisis dapat disebut juga dengan proses perengkahan atau *cracking*. *Cracking* adalah proses pemecahan rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses *cracking* plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada dua macam proses *cracking* yaitu *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. *Thermolisis* adalah proses dekomposisi kimia dan termal, umumnya mengarah ke molekul yang lebih kecil atau proses *cracking* tanpa menggunakan katalis. *Catalytic cracking* merupakan proses *cracking* yang menggunakan katalis untuk melakukan reaksi perengkahan, dimana dengan adanya katalis dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi [5].

2.2 Kondensasi

Kondensasi merupakan perubahan keadaan fisik uap dari fase gas menjadi fase cair, terjadi ketika uap didinginkan akan berubah menjadi cair, kondensasi uap dimulai dengan pembentukan kelompok atom atau molekul yang lembab dalam volume udara antara fase gas dan permukaan cairan atau padatan [6].

2.3 Jenis Plastik

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok

plastik di atas, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya [7].



Gambar 2. 1 Nomor Kode Plastik

Tabel 2. 1 Jenis Plastik, Kode, dan Penggunaanya

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (<i>polyethylene terephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat dan botol kosmetik
2	HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>)	Botol obat,botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampoo, dan botol sambal
4	LDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (<i>Polypropylene</i>)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik.
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	Botol susu bayi,plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

2.4 Sifat Termal Bahan Plastik

Sifat-sifat termal meliputi titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur dimana plastik mengalami peregangan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur dimana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi.

Dekomposisi terjadi karena energi *thermal* melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya. Data sifat termal yang penting pada proses daur ulang plastik adalah sebagai berikut [8]:

Tabel 2. 2 Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik

Jenis Bahan	T _m (°C)	T _g (°C)	Temperatur Proses Maks (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

2.5 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar merupakan bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi guna menghasilkan kerja mekanik secara terkendali. Adapun jenis-jenis dari bahan bakar minyak diantaranya adalah sebagai berikut:

2.5.1 Solar

Solar adalah fraksi dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C yang mempunyai panjang hidrokarbon antara C₁₆-C₂₀. Solar banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan yang menggunakan mesin *diesel*. Pada umumnya solar akan banyak mengandung belerang karena dibandingkan dengan bensin, solar memiliki titik didih yang lebih tinggi. Kualitas dari solar ditentukan dengan bilangan setana, yaitu tingkat kemudahan minyak solar untuk menyala atau terbakar di dalam mesin *diesel*.

2.5.2 Minyak Tanah

Minyak tanah atau *kerosene* adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar yang diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C dan 275°C serta mempunyai rantai karbon dari C₁₁ sampai C₁₅. Biasanya minyak tanah yang didistilasi langsung dari minyak mentah membutuhkan perawatan khusus dalam sebuah unit Merox atau *hidrotreater* untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya. Minyak tanah dapat juga diproduksi oleh *hidrocracker* yang digunakan untuk memperbaiki kualitas dari minyak mentah yang baik untuk bahan bakar minyak.

2.5.3 Premium

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM untuk kendaraan bermotor yang paling populer di Indonesia. Premium di Indonesia dipasarkan oleh Pertamina dengan harga yang relatif murah karena memperoleh subsidi dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Premium merupakan BBM dengan oktan atau *Research Octane Number* (RON) terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 88. Pada umumnya, Premium digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti: mobil, sepeda motor, dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut *motor gasoline* atau petrol [9].

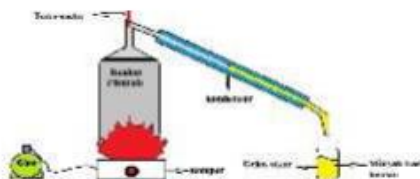
2.6 Proses Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak

Proses pengolahan limbah plastik menjadi Bahan Bakar Minyak dimulai saat sampah plastik dimasukkan ke dalam ruang pembakaran melalui saluran *inlet* dan dipanaskan sampai mencapai suhu di atas titik leburnya. Kemudian akan keluar uap polimer yang akan melewati pipa pendinginan dan terjadilah proses kondensasi pada kondensor. Diperlukan minimal dua kondensor untuk memisahkan uap yang mengandung rantai molekul pendek dengan uap yang mengandung rantai molekul panjang. Penyaluran uap ini menggunakan pipa besi sehingga

tahan suhu tinggi atau panas. Selanjutnya, pada setiap kondensor dipasang pipa penyalur untuk mengalirkan embun dari uap yang dihasilkan. Tetesan embun ditampung dalam tangki penampung yang menghasilkan bahan bakar cair [10].

2.7 Perkembangan Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik

Pada tahun 2015, terdapat penelitian tentang alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik yang dilakukan oleh Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti.



Gambar 2. 2 Desain Alat Produksi BBM 2015

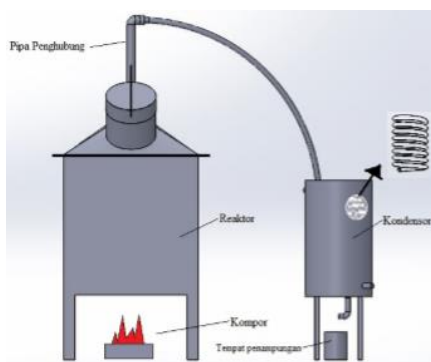
Gambar di atas terdiri atas ruang pembakaran, pipa, serta gelas penampung. Pada penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan karena tidak memiliki kondensor sebagai tempat pemisah rantai uap yang dihasilkan dari ruang pembakaran serta hanya menghasilkan satu jenis bahan bakar. Selain itu, desain pipa yang lurus akan membuat uap yang dihasilkan berkurang karena sebagian terbuang ke atmosfer. Hal ini dibuktikan dengan kualitas bahan bakar yang dihasilkan sebagai berikut [11]:

Tabel 2. 3 Hasil Uji Alat Produksi BBM 2015

Percobaan	Suhu Uap (°C)	Suhu Kondensor (°C)	Hasil ± (ml)	Efisiensi (%)	Warna minyak	Kotoran	Waktu (menit)	Konsumsi Gas	Kandungan Bensin(%)
1	100	30	690	69	Kuning gelap	Banyak	35	0,4	58
2	100	15	700	70	Kuning gelap	Banyak	33	0,4	55
3	90	30	750	75	Kuning muda	sedikit	90	0,6	58
4	90	15	800	80	Kuning muda	sedikit	94	0,6	58

Pada tahun 2016, terdapat penelitian tentang alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik yang dilakukan oleh Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang. Alat pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar memiliki beberapa bagian antara lain : reaktor, 2 kondensor, dan 2 tabung *outlet* sebagai penampung. Pada reaktor dilengkapi dengan termokopel digital untuk mengukur suhu reaktor pada uji coba alat. Penelitian tersebut masih terdapat kekurangan karena kondensor kedua tidak menghasilkan bahan bakar cair. Hal ini dikarenakan uap yang berasal dari kondensor pertama sudah terkondensasi seluruhnya sehingga pada kondensor kedua tidak menghasilkan minyak atau uap yang berasal dari kondensor pertama . Kondensor kedua memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan uap yang berasal dari reaktor sehingga tidak terciptanya proses kondensasi pada kondensor kedua [12].

Pada tahun 2017, terdapat penelitian tentang alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik yang dilakukan oleh Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Alat tersebut terdiri atas ruang pembakaran, pipa, kondensor, dan tempat penampung. Dari satu kondensor dihasilkan 3 jenis bahan bakar menggunakan variasi suhu saat pembakaran.



Gambar 2. 3 Desain Alat Produksi BBM 2017

Pipa berbentuk ulir yang digunakan di dalam kondensor mampu menjebak uap dari ruang pembakaran agar tidak terbang ke atmosfer. Hal ini mempengaruhi volume bahan bakar yang dihasilkan yaitu 715 mL dengan membakar 1 kg sampah plastik. Hasil yang diperoleh memenuhi 70% dari total sampah plastik yang dibakar [13]. Perbandingan jumlah bahan bakar yang dihasilkan dengan produk kurang maksimal. Hal ini dikarenakan desain tabung penampung bersifat terbuka sehingga masih terdapat uap dari kondensor yang terbang ke atmosfer.

Oleh karena itu, pada tahun 2018 terdapat inovasi alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik yang dilengkapi dengan sistem kontrol. Inovasi dari alat ini memiliki kelebihan sebagai berikut:

1. Pencacah plastik otomatis
2. Ruang pembakaran dengan sistem pengendalian suhu
3. *Storage* dengan sistem otomatisasi level
4. *Packaging* bahan bakar minyak per liter

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1 Bahan dan Peralatan yang Digunakan

3.1.1 Sensor *Float Switch* SF122

Saklar level atau *float switch*, merupakan saklar diskret yang digunakan untuk mengontrol level permukaan cairan di dalam tangki. Posisi level cairan dalam tangki digunakan untuk memicu perubahan kontak saklar. Posisi *level switch* ada yang horizontal dan ada yang vertikal. Pada posisi horizontal, apabila permukaan cairan turun, pelampung juga akan turun, sehingga kontak akan berubah dari posisinya. Jika permukaan cairan naik, maka pelampung akan naik dan kontak akan berubah. Pada posisi vertikal, di dalam pelampung terdapat magnet tetap, yang bergerak naik turun mengikuti tinggi permukaan cairan. Di dalam pipa bagian tengah pelampung terdapat saklar yang membuka dan menutupnya dikerjakan oleh piston yang bergerak mengikuti magnet tetap di dalam pelampung [14].



Gambar 3. 1 Sensor *Float Switch* SF122

3.1.2 *Solenoid Valve*

Solenoid valve merupakan sebuah katup yang digerakan oleh energi listrik yang mempunyai kumparan sebagai penggerakannya. Kumparan ini berfungsi untuk menggerakkan piston yang dialiri oleh arus AC ataupun DC sebagai daya penggerak. *Solenoid valve* jenis 2/2 way memiliki 2 buah saluran yaitu

saluran masuk (*inlet port*) dan saluran keluar (*outlet port*). Saluran masuk berfungsi sebagai lubang masukan untuk cairan atau air, saluran keluar berfungsi sebagai terminal atau tempat keluarnya cairan [15].



Gambar 3. 2 *Solenoid Valve*

3.1.3 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply*. *Relay* dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban [16].

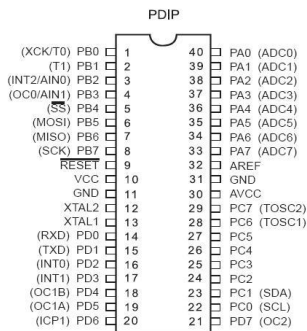


Gambar 3. 3 *Relay Module*

3.1.4 Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Mikrokontroler AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan keluarga AT86RFxx.

Mikrokontroler ATmega 8535 mempunyai jumlah pin sebanyak 40 buah, yaitu 32 pin digunakan untuk keperluan *port* I/O yang dapat menjadi pin *input/output* sesuai konfigurasi. Pada 32 pin tersebut terbagi atas 4 bagian (*port*), yang masing-masing terdiri atas 8 pin. Pin-pin lainnya digunakan untuk keperluan rangkaian osilator, *supply* tegangan, *reset*, serta tegangan referensi untuk ADC. Konfigurasi pin ATmega 8535 adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8535

Berikut ini adalah susunan pin-pin dari ATmega 8535, yaitu:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *ground*
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, Komparator Analog, dan SPI
5. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, Komparator Analog, dan *Timer Oscillator*
6. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Komparator Analog, Interupsi Eksternal dan komunikasi serial USART
7. Reset merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal (osilator menggunakan kristal, biasanya dengan frekuensi 11,0592 MHz) berdasarkan seri mikrokontroler yang digunakan [17].

Fitur - fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega 8535 adalah sebagai berikut:

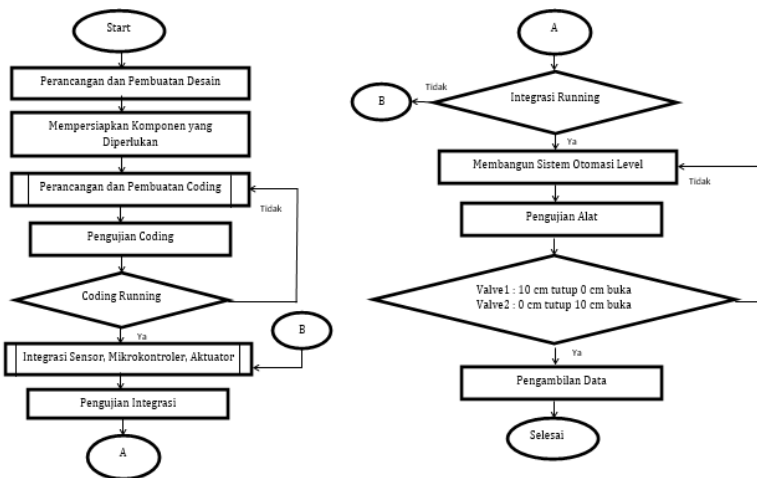
1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
2. ADC internal sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU (*Central Prosesor Unit*) yang terdiri atas 32 buah *register*.
5. SRAM sebesar 512 *byte*.
6. Memori *flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.
7. Port antarmuka SPI.
8. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.
9. Antarmuka komparator analog.
10. Port USART untuk komunikasi serial fitur ATmega 8535.

11. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Flowchart

Langkah-langkah dalam tugas akhir ini digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



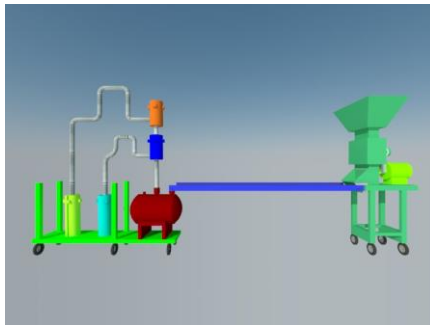
Gambar 3. 5 Diagram Alir Tugas Akhir

Pengerjaan diawali dengan pembuatan desain 2 dimensi pada *software autocad inventor*. Pembuatan desain mengalami beberapa kali perubahan hingga desain sesuai dengan yang diinginkan. Setelah mendesain, dapat diketahui komponen beserta jumlah yang diperlukan sehingga komponen dapat segera dibeli dan dibuat. Saat komponen sudah tersedia, langkah selanjutnya yaitu membuat *coding* untuk menjalankan sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Dalam membuat *coding* perlu mempelajari *datasheet* komponen terlebih dahulu agar hasil *coding* sesuai saat diterapkan pada komponen. *Coding* dibuat di *software CodeVision AVR* versi 3.12 hingga tidak terdapat

error. Ketika *coding* tidak terdapat *error*, maka dapat diintegrasikan secara langsung dengan sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Untuk memasukkan *coding* ke mikrokontroler diperlukan *software*. Progisp 1.72 dan *downloader* ISP. Integrasi dicoba hingga seluruh sistem berjalan dengan benar. Apabila masih terdapat kesalahan logika, maka dapat diganti pada *coding* di CodeVision AVR dan dimasukkan kembali ke mikrokontroler. Tahap terakhir yaitu membangun sistem otomasi level dengan menyatukan *plant* level dengan *plant* keseluruhan. Proses penyatuan merupakan bagian mekanik dari proses. Proses mekanik meliputi pemasangan sensor, pemasangan aktuator, pemasangan *storage*, pemasangan drat penghubung, dan hal-hal lain yang mendukung berdirinya *plant* level. Setelah seluruh proses dibangun, maka dapat dilakukan pengujian alat untuk memastikan alat sudah berjalan dengan baik.

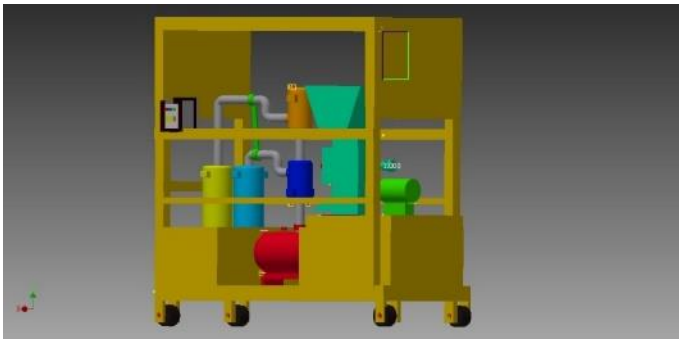
3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Desain

Perancangan dan pembuatan desain digunakan sebagai alat bantu berupa skema untuk menerangkan konsep dari sistem alat, meliputi: peralatan yang diperlukan, sistem pengendalian, dan sistem otomasi dari proses yang berjalan. Desain pertama alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik adalah sebagai berikut:



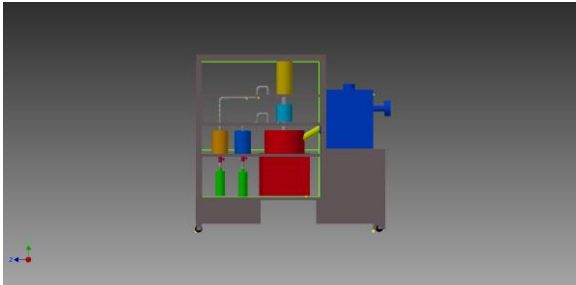
Gambar 3. 6 Desain 1 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik

Desain pertama alat tersebut memiliki komponen berupa *crusher*, *combustion chamber*, kondensor 1, kondensor 2, dan 2 *storage*. Untuk menghubungkan *crusher* dengan *combustion chamber* digunakan *conveyor*. Penggunaan *conveyor* dinilai kurang efektif karena ukuran alat menjadi lebar dan terpisah antara *crusher* dengan *combustion chamber*. Desain diubah dengan mengganti *conveyor* agar ukuran alat lebih praktis. Desain kedua alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik adalah sebagai berikut:



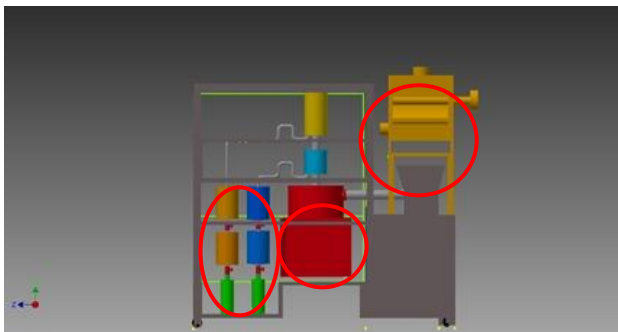
Gambar 3. 7 Desain 2 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik

Desain kedua alat tersebut memiliki komponen berupa *crusher*, *combustion chamber*, kondensor 1, kondensor 2, dan 2 *storage*. Untuk menghubungkan *crusher* dengan *combustion chamber* digunakan *screw* sebagai pengganti *conveyor*. Desain ini memiliki kelemahan belum adanya proses *packaging output*, sehingga perlu ditambahkan botol *packaging* pada *plant* untuk pengemasan *output* per liter. Pengemasan dilakukan dengan tujuan agar *output* berupa bensin dan solar dapat langsung digunakan per 1 liter. Desain ketiga alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 8 Desain 3 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik

Desain ketiga alat tersebut memiliki komponen berupa *crusher*, *combustion chamber*, kondensor 1, kondensor 2, 2 *storage*, dan 2 botol *packaging*. Desain *crusher* sebagai pencacah plastik diubah dalam bentuk yang lebih praktis agar tidak terlihat seperti mesin pengupas padi dan pamarut kelapa. Desain ini memiliki kelemahan belum adanya tangki pengukuran *output*, sehingga perlu ditambahkan tangki pengukuran pada *plant* untuk sistem otomasi level. Tangki pengukuran diperlukan sebagai pengaman saat tangki penampung mengalirkan 1 liter fluida ke tangki pengukur, maka dengan otomatis aliran fluida akan terhenti saat mencapai 1 liter. Saat fluida pada tangki pengukur telah berkurang, maka akan terisi kembali dengan fluida sebesar 1 liter dari tangki penampung dan proses akan berjalan seterusnya. Desain keempat alat produksi bahan bakar minyak dari limbah plastik adalah sebagai berikut:

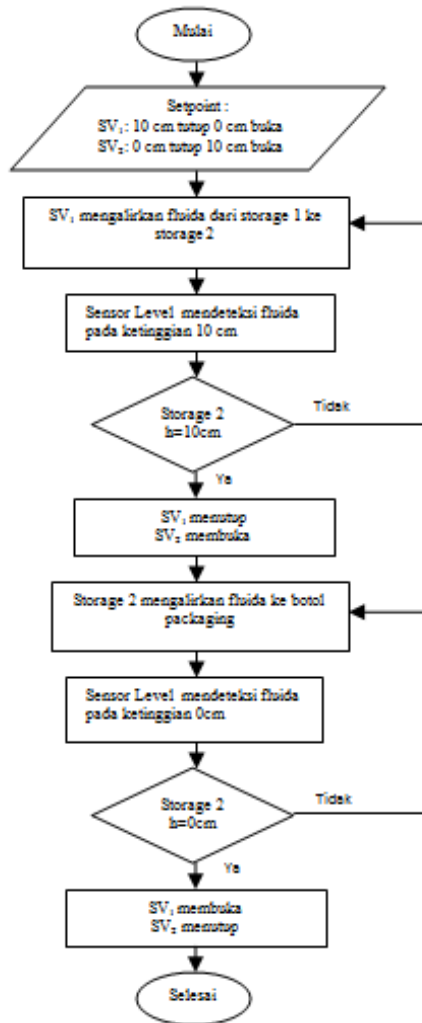


Gambar 3. 9 Desain 4 Alat Produksi BBM dari Limbah Plastik

Peralatan yang diperlukan yaitu *crusher* untuk proses pemotong plastik, *combustion chamber* untuk proses pemanasan plastik, kondensor untuk proses kondensasi uap pemanasan, *storage* untuk menampung fluida hasil pemanasan, dan botol untuk *packaging* fluida. Untuk membantu berjalannya proses, digunakan sistem pengendalian berat dan sistem pengendalian temperatur. Sistem pengendalian berat diletakkan setelah pemotong plastik untuk mengukur berat potongan plastik yang akan dimasukkan ke dalam ruang pemanas. Sistem pengendalian temperatur diletakkan pada *thermoweld* yang dipasang pada *combustion chamber* untuk menjaga suhu pada ruang pemanas agar tidak *overheat*. Sistem otomasi level diletakkan pada *storage* untuk *packaging* fluida hasil pemanasan.

3.2.2 Integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator

Integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator dapat digambarkan dalam algoritma sebagai berikut :



Gambar 3. 10 Algoritma Integrasi Komponen

3.2.3 Pengujian Alat

Sistem otomatisasi level diuji menggunakan sensor *float switch*. Sensor dipasang di dalam *storage* pengukuran yang telah dilubangi. Sensor diletakkan secara horizontal untuk

mendeteksi fluida yang dimasukkan ke dalam *storage*. *Solenoid valve* dipasang setelah *storage* 1 dan *storage* 2 sebagai aktuator. Saat fluida sudah menyentuh kondisi *high* sensor, maka akan memberikan aksi kepada aktuator atas untuk menutup dan aktuator bawah untuk membuka. Saat fluida menyentuh kondisi *low* sensor, maka akan memberikan aksi kepada aktuator atas untuk membuka dan aktuator bawah untuk menutup.

3.2.4 Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data, pengujian dilakukan dengan menggunakan meteran sebagai acuan standar dengan satuan cm. Pengambilan data dilakukan dengan melihat respon aktuator *solenoid valve* terhadap pergerakan sensor *float switch*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

Berikut ini adalah hasil perancangan alat produksi Bahan Bakar Minyak dari limbah plastik.



Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Alat Produksi BBM

Pada gambar 4.1, alat produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan alat yang digunakan untuk mengolah limbah plastik menjadi solar dan premium. *Input* yang digunakan adalah plastik jenis *polypropylene* (PP). Proses dimulai dengan memasukkan plastik ke dalam *crusher* untuk dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil. Ukuran kecil diperlukan agar proses pemanasan berlangsung cepat. Hasil potongan ditimbang agar berat sesuai dengan yang diperlukan. Untuk menguji berat digunakan sistem pengendalian berat dengan sensor *loadcell* yang dilengkapi dengan nampan. Nampan digunakan untuk menuangkan hasil potongan plastik yang telah mencapai *set point* ke dalam tangki pemanas. Kemudian menyalakan kompor untuk memanaskan potongan plastik. Sistem pengendalian suhu pada tangki pemanas diuji coba menggunakan sensor *thermocouple* yang berfungsi untuk mendeteksi suhu di dalam reaktor. Kemudian uap yang

sudah terbentuk akan mengalir ke atas menuju kondensor. Setelah melewati kondensor, uap yang telah mengalami kondensasi berupa fluida akan ditampung pada tangki penampung. *Output* yang dihasilkan yaitu solar dan premium. Sistem otomasi level menggunakan sensor *float switch* SF122 pada tangki pengukuran untuk mendeteksi ketinggian fluida di dalam tangki penyimpanan. Ketinggian yang didapat diperlukan untuk proses *packaging* dalam botol per 1 liter.

4.2 Pemilihan Sensor

Sensor level merupakan sensor yang mendeteksi atau mengukur ketinggian suatu benda berupa *liquid* ataupun *solid*. Sensor level *liquid* terdiri atas beberapa macam sensor, yaitu: *ultrasonic level sensor*, *capacitance level sensor*, *float level sensor*, dan lain-lain. *Liquid* yang dihasilkan pada alat ini berupa bahan bakar minyak sehingga pemilihan sensor harus sesuai dengan *liquid* tersebut. Pada pemilihan sensor pertama menggunakan sensor *level switch stainless steel double ball* seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. 2 Sensor Level Switch Double Ball

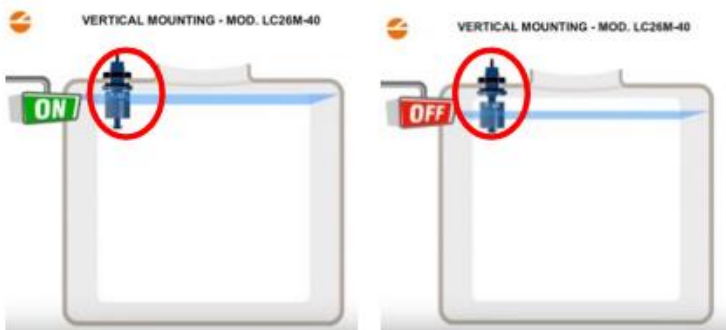
Sensor tersebut merupakan sensor *on-off* yang memiliki 2 pelampung untuk mendeteksi kondisi *high* dan *low* fluida di dalam *storage*. Terdapat beberapa macam ketinggian sensor yang dapat dipilih, yaitu: 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, dan 300 mm. Pada *storage* alat, dipilih sensor dengan ketinggian 200mm. Pemilihan ketinggian sensor tidak sesuai dengan desain tabung karena hanya menampung fluida sebanyak 1 liter, sedangkan

untuk ketinggian 200 mm menampung fluida sebesar 2 liter sehingga sensor seharusnya dipilih pada ketinggian 100mm. Selain itu, terdapat kesalahan penempatan posisi sensor sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Penempatan pada *Storage* Alat Produksi BBM

Pada gambar di atas, sensor diletakkan pada tangki jenis *open tank*, sehingga memerlukan penyangga untuk mengunci sensor agar tidak terpengaruh saat fluida bergerak. Sensor sebaiknya diletakkan pada *storage* dengan kondisi tertutup atau *closed tank*. Kondisi tangki tertutup sangat mendukung untuk pemasangan sensor *level switch* karena penguncian sensor dapat langsung diletakkan pada tangki yang telah dilubangi sesuai ukuran sensor. Penempatan sensor *level switch* yang tepat adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Penempatan Sensor Level Switch

Ujung sensor diukur terlebih dahulu untuk membuat lubang pada permukaan tangki. Ketika ukuran lubang sesuai dengan ukuran ujung sensor, maka sensor dapat ditempatkan pada permukaan tangki dengan mengunci ujung sensor dibantu *seal* berupa karet. Pada pemilihan sensor kedua menggunakan sensor ultrasonik HCSR04 seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. 5 Sensor Ultrasonik HCSR04

Sensor tersebut merupakan sensor level yang dapat mengatur ketinggian fluida sesuai yang diinginkan. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik untuk menafsirkan jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi di atas 20 kHz. Untuk mengukur jarak fluida, frekuensi yang umum digunakan adalah 40 kHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Penempatan sensor pada *plant* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Penempatan Sensor pada *Plant*

Pembacaan sensor saat fluida tidak stabil dapat ditunjukkan pada gambar berikut:



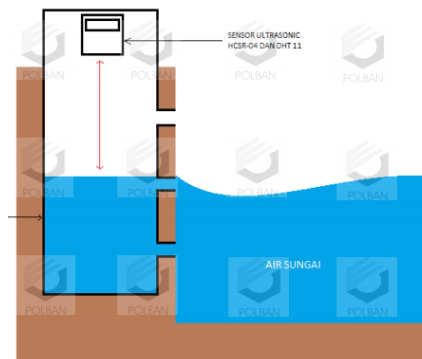
Gambar 4. 7 Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik HCSR04

Pada gambar di atas didapatkan pembacaan yang tidak stabil dari sensor ultrasonik dengan *range* yang cukup jauh, sehingga dapat mempengaruhi proses pengolahan karakteristik statik data yang didapatkan. Saat sensor digunakan untuk mendeteksi level bahan bakar minyak, hasil pembacaan tidak stabil disebabkan air memiliki kandungan zat pemantul gelombang ultrasonik yang lebih baik daripada kandungan zat pemantul gelombang ultrasonik pada bensin. Makin rendah kerapatan (*density*) zat pemantul gelombang ultrasonik, maka makin besar kesalahan relatif maksimum alat ukur jarak atau ketinggian tersebut. Kerapatan atau massa jenis merupakan perbandingan massa terhadap volume zat. Berikut adalah tabel kerapatan atau massa jenis benda:

Tabel 4. 1 Tabel Kerapatan Benda

ZAT	KERAPATAN (kg/m ³)
Zat cair	
Air (40C)	1.00×10^3
Air Laut	1.03×10^3
Darah	1.06×10^3
Bensin	0.68×10^3
Air Raksa	13.6×10^3
Zat Padat	
Es	0.92×10^3
Aluminium	2.70×10^3
Besi dan Baja	7.8×10^3
Emas	19.3×10^3
Gelas	$2.4 - 2.8 \times 10^3$
Kayu	$0.3-0.9 \times 10^3$
Tembaga	8.9×10^3
Zat Gas	
Udara	1.293
Helium	0.1786
Hidrogen	0.08994
Uap air	0.6

Sensor tersebut memiliki syarat agar proses pemantulan bisa mendapatkan jarak yang akurat, yaitu penghalang harus berada dalam keadaan datar atau flat. Dalam realisasi di lapangan, fluida pada *storage* memiliki riak atau gelombang pasang sehingga keadaan permukaan air tidak datar akan menimbulkan kesalahan pembacaan pada sensor. Maka dari itu dibutuhkan suatu metode dimana bisa meminimalisir riak atau gelombang yang ada di *storage*. Berdasarkan Hukum *Pascal* maka dibutuhkan suatu media untuk penempatan sensor ultrasonik sehingga riak atau gelombang bisa diminimalisir agar pembacaan lebih akurat. Media yang dipakai untuk penempatan sensor ultrasonik harus berupa media tertutup agar ketinggian air di dalam media sama dengan ketinggian air di *storage* aslinya sesuai dengan bunyi Hukum *Pascal* yang dikemukakan oleh seorang fisikawan asal Prancis bernama *Blaise Pascal* yaitu : “Jika tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan oleh zat cair itu ke segala arah dengan sama besar“ . Dari bunyi tersebut maka dirancang suatu tabung tertutup untuk penempatan sensor ultrasonik sehingga memenuhi syarat dari Hukum *Pascal*. Berikut ilustrasi dari penempatan sensor ultrasonik pada sistem yang akan dibuat di bagian hulu, tangki pengukuran ditempatkan dengan posisi berdiri dan di samping *storage* utama. Pada pinggir tangki diberikan lubang – lubang untuk masuknya fluida, fluida akan masuk ke dalam lubang tersebut lalu gelombang akan teredam seperti gambar berikut:



Gambar 4. 8 Metode Pengukuran Hukum *Pascal*

Pada pemilihan sensor ketiga menggunakan sensor *non-contact* XKC-Y25-T12V seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. 9 Sensor *Non-contact* XKC-Y25-T12V

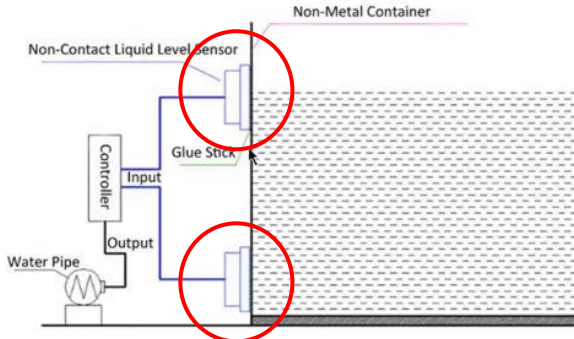
Sensor tersebut merupakan sensor *on-off* dengan cara kerja seperti *photodiode*. Ketika sensor tidak terhalang oleh benda maka sensor tidak mendeteksi apapun sehingga lampu LED tidak akan menyala. Saat sensor terhalang oleh benda, maka sensor akan mendeteksi benda tersebut sehingga lampu LED akan menyala. Hasil pengujian sensor *non-contact* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 10 Hasil Pengujian *Non-contact* XKC-Y25-T12V

Pada gambar di atas didapatkan pembacaan yang berbeda antara fluida air dengan fluida *pertalite*. Pada fluida air, sensor mendeteksi adanya penghalang sehingga lampu LED menyala. Pada fluida *pertalite*, sensor tidak mendeteksi adanya penghalang sehingga lampu LED tidak menyala. Hal ini disebabkan karena

penempatan serta perilaku yang kurang tepat pada sensor. Penempatan dan perilaku yang diberikan pada sensor sangat mempengaruhi deteksi sensor. Penempatan sensor *non-contact* yang tepat dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 4. 11 Penempatan Sensor *Non-contact*

Sensor ditempatkan di dinding luar tangki *non-metal* dengan posisi menempel. Untuk menempelkan sensor sebaiknya menggunakan lem batangan. Perilaku yang tepat untuk sensor jenis ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 12 Perilaku yang Tepat pada Sensor *Non-contact*

Perilaku yang tepat menunjukkan bahwa saat menggunakan sensor, posisi sensor tidak ditekan sehingga sensor dapat mendeteksi fluida dengan baik. Perilaku yang tidak tepat untuk sensor jenis ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 13 Perilaku Tidak Tepat pada Sensor *Non-contact*

Pada gambar di atas menunjukkan saat sensor ditekan tidak dapat mendeteksi fluida. Hal ini menunjukkan bahwa tiap sensor memiliki perlakuan masing-masing agar dapat berfungsi dengan baik. Pada pemilihan sensor keempat menggunakan sensor *float switch horizontal* seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. 14 Sensor *Float Switch Horizontal*

Sensor tersebut merupakan sensor *on-off* yang memiliki 1 pelampung untuk mendeteksi kondisi *high* dan *low* fluida di dalam *storage*. Sensor dipasang pada posisi *horizontal*, apabila permukaan cairan turun, pelampung akan turun, sehingga kontak akan berubah dari posisinya. Jika permukaan cairan naik, maka pelampung akan naik dan kontak akan berubah. Kondisi *high* ditunjukkan saat pelampung pada posisi mengapung. Kondisi *low* ditunjukkan saat pelampung pada posisi lurus. Penempatan sensor *float switch* yang tepat dapat dilihat pada gambar di bawah:



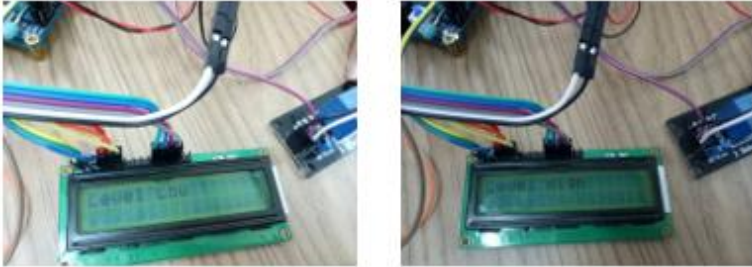
Gambar 4. 15 Penempatan Sensor Float Switch

Untuk penempatan sensor *float switch*, dinding tangki terlebih dahulu dilubangi sesuai dengan ukuran ujung sensor. Setelah dilubangi, sensor diletakkan di bagian dalam tangki dengan posisi ujung sensor di luar tangki. Ujung sensor diperkuat dengan *seal karet* untuk menjaga posisi sensor agar tidak bergeser saat terkena pergerakan fluida. Penempatan sensor pada *storage* alat produksi BBM dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4. 16 Pemasangan Sensor pada *Storage*

Pada gambar 4.16 digunakan 2 sensor untuk mendeteksi 2 kondisi pada ketinggian yang berbeda. Untuk sensor yang berada di bawah dipasang untuk mengetahui kondisi *low* pada ketinggian 0 cm. Untuk sensor yang berada di atas dipasang untuk mengetahui kondisi *high* pada ketinggian 10 cm. Hasil pembacaan sensor *float switch horizontal* dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 4. 17 Hasil Pembacaan Sensor *Float Switch Horizontal*

Pada gambar di atas, didapatkan pembacaan *low* dan *high* oleh sensor. Kondisi *low* dan *high* dapat terbaca serta ditampilkan pada LCD karena penempatan serta perilaku yang tepat pada sensor jenis *float switch*.

4.3 Desain Storage

Tangki penyimpanan atau *storage tank* menjadi bagian yang penting dalam suatu proses industri karena tangki penyimpanan tidak hanya menjadi tempat penyimpanan bagi produk dan bahan baku serta dapat menjaga produk atau bahan baku dari kontaminan yang dapat menurunkan kualitas dari produk atau bahan baku. Pada alat produksi Bahan Bakar Minyak dari limbah plastik terdapat 2 jenis tangki, yaitu tangki penampung dan tangki pengukuran. Untuk desain tangki penampung adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 18 Desain Tangki Penampung

Tangki penampung didesain dengan model tangki tertutup atau *closed tank* dengan tujuan membantu proses kondensasi yang kurang sempurna pada kondensor. Apabila uap pada kondensor belum mengalami kondensasi, maka uap tidak akan keluar ke atmosfer secara langsung. Tangki penampung juga didesain dengan bahan *stainless steel* dengan tujuan menjaga tangki dari suhu *liquid* yang masih mengandung panas dengan suhu antara 20⁰-30⁰C. Saat terkena suhu tersebut, tangki mampu menampung dengan baik. Ukuran dari tangki penampung dibuat berdasarkan lebar dari keseluruhan *plant* yang diinginkan. *Plant* memiliki lebar sebesar 42 cm, sehingga untuk masing-masing tangki digunakan lebar maksimum sebesar 24 cm. Tangki penampung didesain dengan diameter sebesar 16 cm dan tinggi sebesar 17 cm. Diameter sebesar 16 cm dipilih untuk memberikan jarak antar tangki penampung solar dan premium sebesar 10 cm. Tinggi sebesar 17 cm dipilih untuk memberikan kapasitas sebesar 3 liter untuk 3 kg plastik yang diolah.

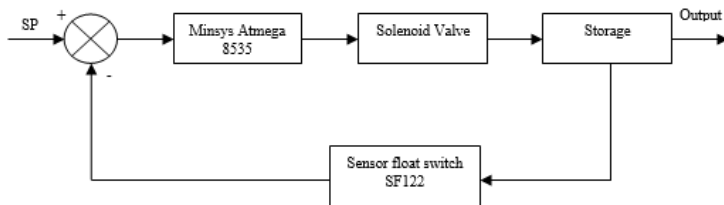
Tangki pengukuran merupakan tangki untuk meletakkan sensor level yang digunakan. Tangki didesain dengan model tangki terbuka atau *open tank* dengan tujuan membantu menurunkan suhu fluida dari tangki penampung. Tangki pengukuran tidak dapat menerima suhu yang terlalu tinggi karena terbuat dari bahan akrilik. Pemilihan bahan akrilik berdasarkan jenis sensor yang digunakan, dimana sensor harus dipasang pada posisi horizontal sehingga perlu melubangi tabung untuk menempatkan sensor. Akrilik merupakan bahan yang cocok untuk dipilih sebagai tabung pengukuran karena mudah dilubangi serta pergerakan fluida dapat diamati secara langsung. Tangki pengukuran didesain dengan diameter sebesar 12 cm dan tinggi sebesar 18 cm. Diameter sebesar 12 cm dipilih untuk menyesuaikan desain rangka tangki pengukuran dengan panjang 6 cm. Tinggi sebesar 17 cm dipilih untuk memberikan kapasitas sebesar 1 liter untuk 3 kg plastik yang dipanaskan.

4.4 Sistem Otomasi Level

Sistem otomasi level digunakan untuk mendeteksi ketinggian fluida di dalam tabung penyimpanan. Ketinggian diperlukan untuk proses *packaging* dalam botol per liter. Dalam sistem otomasi level terdapat 2 tangki, yaitu tangki penampung dan tangki pengukuran. Pada tangki penampung tidak terdapat sensor level karena memiliki fungsi sebagai penampung fluida hasil kondensasi. Pada tangki pengukuran terdapat 2 sensor level *float switch* untuk 2 kondisi, yaitu *low* dan *high*. Tangki pengukuran digunakan untuk mendeteksi ketinggian, sehingga saat ketinggian tertentu dicapai maka terdapat aksi dari aktuator. Aktuator berupa *solenoid valve* merupakan *final element* yang digunakan untuk mengeluarkan fluida dari tangki penampung dan tangki pengukuran.

Saat fluida mencapai batas ketinggian maksimum dengan set point 10 cm, maka *solenoid valve* pada *pre-storage* akan menutup dan *solenoid valve* pada *storage* akan membuka untuk mengeluarkan fluida menuju botol *packaging*. Saat fluida pada *storage* berkurang hingga mencapai batas ketinggian minimum dengan set point 0 cm, maka *solenoid valve* pada *pre-storage* akan membuka dan *solenoid valve* pada *storage* akan menutup untuk proses pengisian fluida pada *storage*. Apabila aksi dari aktuator tidak sesuai dengan *set point*, maka dilakukan sebuah *troubleshooting* untuk mencari penyebab dari tidak berjalannya otomasi tersebut.

4.5 Diagram Blok Sistem Otomasi Level



Gambar 4. 19 Diagram Blok Sistem Otomasi Level Storage

Gambar 4.19 merupakan diagram blok sistem otomasi level pada alat produksi Bahan Bakar Minyak dari limbah plastik. Sensor yang digunakan pada otomasi level tersebut adalah sensor *float switch SF122*. Mikrokontroler ATmega 8535 sebagai kontroler. *Solenoid valve* sebagai pengendali akhir atau aktuator, sedangkan tangki pemanas sebagai tempat proses berjalan. Proses dimulai saat *input* berupa ketinggian air dengan *set point* 10 cm pada kondisi *high* terdeteksi oleh sensor dan diubah menjadi *output* berupa tegangan sebesar 0-5 VDC. *Output* sensor menjadi *input* mikrokontroler untuk mengolah data yang didapat dari sensor. *Output* mikrokontroler berupa tegangan 0-5 VDC menjadi *input relay* yang akan mengonversikan 0-5 VDC ke 0-220 VAC. *Output relay* berupa tegangan 0-220 VAC menjadi *input solenoid valve* untuk menjalankan aksi buka atau tutup *valve* sesuai perintah dari mikrokontroler. Ketika *valve* menjalankan aksi untuk membuka, maka fluida akan mengisi *storage* hingga mencapai *set point* 10 cm. Saat fluida pada *storage* mengalami penurunan yang ditunjukkan dengan kondisi *low* sensor, maka *storage* akan terisi kembali hingga mencapai *set point*.

4.6 Pengujian Sensor *Float Switch SF122*

Berikut merupakan tabel hasil pengujian sensor *float switch horizontal SF122*. Pengujian dilakukan pada 4 sensor dengan 2 kondisi, yaitu *high* dan *low*. Pada pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Level Switch Kondisi High

No.	Level (cm)	Status
1.	0	<i>Off</i>
2.	1	<i>Off</i>
3.	2	<i>Off</i>
4.	3	<i>Off</i>
5.	4	<i>Off</i>
6.	5	<i>Off</i>
7.	6	<i>Off</i>
8.	7	<i>Off</i>
9.	8	<i>Off</i>
10.	9	<i>Off</i>
11.	10	<i>On</i>

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa saat sensor mendeteksi ketinggian 10 cm, maka sensor berada pada kondisi *high*. Sensor pada kondisi *high* ditunjukkan dengan naiknya pelampung.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Level Switch Kondisi Low

No.	Level (cm)	Status
1.	0	<i>On</i>
2.	1	<i>Off</i>
3.	2	<i>Off</i>
4.	3	<i>Off</i>
5.	4	<i>Off</i>
6.	5	<i>Off</i>
7.	6	<i>Off</i>
8.	7	<i>Off</i>
9.	8	<i>Off</i>
10.	9	<i>Off</i>
11.	10	<i>Off</i>

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa saat sensor mendeteksi ketinggian 0 cm, maka sensor berada pada kondisi *low*. Sensor pada kondisi *low* ditunjukkan dengan turunnya pelampung.

4.7 Kalibrasi Sensor dan Aktuator

Setelah *plant storage* berjalan dengan baik, perlu dilakukan uji respon. Uji respon dilakukan untuk mengetahui respon bukaan *valve* terhadap kondisi sensor. Hasil kalibrasi sensor dan aktuator dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Kalibrasi Sensor dan Aktuator

Ketinggian (cm)	Sensor 1	Sensor 2	Bukaan <i>Valve 1</i>	Bukaan <i>Valve 2</i>
0	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
1	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
2	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
3	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
4	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
5	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
6	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
7	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
8	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
9	<i>Low</i>	<i>Low</i>	100%	0%
10	<i>High</i>	<i>High</i>	0%	100%

4.8 Pembahasan

Pada tugas akhir ini telah dirancang sistem otomasi *level* pada storage alat produksi Bahan Bakar Minyak dari limbah plastik. Sistem otomasi *level* tersebut diperlukan untuk mendeteksi ketinggian air pada *storage*. Untuk membangun sistem otomasi diperlukan komponen berupa sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Pemilihan sensor merupakan hal utama yang harus diperhatikan karena sensor bersentuhan langsung dengan fluida yang akan diukur untuk diubah besarnya menjadi listrik. Dari 4 macam sensor yang telah digunakan, *float switch horizontal* merupakan pilihan sensor yang tepat karena penempatan sensor sesuai dengan *datasheet* dan

mudah digunakan pada tangki berbahan akrilik. Ketiga sensor lain yang telah dicoba dapat digunakan, tetapi terdapat kendala dalam penggunaan. Sensor *level switch* tidak dipilih karena terjadi kesalahan dalam pemilihan tinggi sensor serta penempatan pada tangki yang tidak tepat. Sensor ultrasonik HCSR04 dapat digunakan, tetapi memiliki pembacaan yang tidak stabil sehingga perlu digunakan metode Hukum *Pascal* untuk meredam fluktuasi pada fluida. Sensor *non-contact* tidak dipilih karena terdapat kesalahan dalam memberikan perilaku serta penempatan sensor pada dinding luar tangki. Pemilihan aktuator berupa *solenoid valve* berdasarkan cara kerja sistem otomasi yaitu *on-off*. Pada *plant* level hanya memerlukan bukaan sebesar 0% dan 100%. Ukuran *solenoid valve* sebesar 1/2 inch dipilih berdasarkan kebutuhan aliran fluida yang diinginkan, yaitu sebesar 0,05 L/s.

Sistem otomasi level *storage* terdiri dari perancangan mekanik dan elektrik. Perancangan mekanik dilakukan dengan pembuatan tangki yang memiliki fungsi masing-masing, pemasangan sensor pada tangki pengukur, pemasangan *solenoid valve*, serta pemasangan drat untuk mengalirkan fluida ke botol *packaging*. Perancangan elektrik dilakukan dengan membuat integrasi sistem otomasi level yang terdiri atas sensor, kontroler, dan aktuator. Berdasarkan gambar 4.19, diagram blok sistem otomasi level menggunakan sensor *float switch* SF122 sebagai sensor level, ATmega 8535 sebagai kontroler, dan *solenoid valve* sebagai aktuator. Pada sistem otomasi level ini menggunakan metode kontrol *on-off*. Sensor bekerja dengan mendeteksi ketinggian fluida pada dua kondisi, yaitu *low level* dan *high level*. *Output* dari sensor selanjutnya diolah oleh mikrokontroler Atmega 8535 untuk mengatur bukaan aktuator. Adapun respon dari *solenoid valve* sebagai aktuator diatur menggunakan sistem kontrol dengan dua kondisi berupa mode kontrol *on-off*, sehingga respon sistem pada proses di *plant* mengalami penurunan level permukaan air yang relatif cepat.

Berdasarkan data yang diambil, sensor *high* bekerja pada *set point* 10 cm, sehingga ketika level telah mencapai *set point* maka aksi dari tercapainya *set point* berupa *valve* 1 menutup dan *valve*

2 membuka sebagai pengalir fluida ke botol *packaging*. Sensor *low* bekerja pada *set point* 0 cm, sehingga ketika level telah mencapai *set point* maka aksi dari tercapainya *set point* berupa *valve* 1 membuka sebagai pengalir fluida ke tangki pengukuran dan *valve* 2 menutup. Saat *level* mencapai kurang dari 10 cm, berarti *level* belum mencapai nilai *set point* dan sensor berada pada kondisi *low*. Keberhasilan dari sistem otomasi level adalah saat fluida pada tangki pengukuran telah mencapai kondisi *low*, maka fluida dari tangki penampung akan mengisi kembali tangki pengukuran hingga mencapai kondisi *high*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam pembuatan tugas akhir ini, yaitu:

1. Telah diuji 4 macam sensor level, akhirnya dipilih *float level switch* horizontal sebagai sensor level karena penempatan sensor sesuai dengan *datasheet* dan mudah digunakan pada tangki berbahan akrilik
2. Pengujian sistem pengendalian level dilakukan dengan mengetahui respon *solenoid valve* terhadap sensor. Respon sistem otomasi level saat *close loop* pada *storage* menunjukkan saat sensor 1 dalam kondisi *low* maka solenoid valve 1 membuka 100%, *solenoid valve* 2 menutup 0% dan sebaliknya.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan dalam pembuatan tugas akhir ini, yaitu:

1. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, pemilihan sensor untuk fluida bensin perlu memperhatikan penempatan dan perilaku tiap jenis sensor. Tiap jenis sensor memiliki penempatan dan perilaku masing-masing.
2. Saat hasil uji coba menunjukan *error* yang tinggi disarankan untuk memperhatikan *coding* kembali.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. o. E. a. S. A. P. Division, *World Population Prospects*, New York, United Nations, 2017, p. 29.
- [2] S. d. I. M. D. Zakianis, "The Importance of Waste Management Knowledge to Encourage Household Waste-Sorting Behaviour in Indonesia," *International Journal of Waste Resources*, p. 1, 2017.
- [3] N. O. a. A. A. M. D. Program, "Approximate Time it Takes for Garbage to Decompose in the Environment," National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program, U.S., 2017.
- [4] R. S. Nasution, "Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik," *Journal of Islamic Science and Technology Vol. 1, No.1*, p. 4, 2015.
- [5] E. W. H. Rio Nazif, "Pengaruh Suhu Pirolisis Dan Jumlah Katalis Karbon Aktif Terhadap Yield Dan Kualitas Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Jenis Polipropilena," *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 5, No. 3*, p. 2, 2016.
- [6] H. Syah, "Rancang Bangun Unit Penghasil Asap Cair yang Terintegrasi dengan Pengering Kabinet," p. 2, 2014.
- [7] G. P. Javeriya Siddiqui, "A Review of Plastic Waste Management Strategies," *International Research Journal of Environment Sciences Vol. 2(12)*, p. 2, 2013.
- [8] Y.-J. Kim, "Elastic-plastic behaviours of pressurised pipes under cyclic thermal," *Journal of Pressure Equipment and Systems*, p. 4, 2017.
- [9] E. K. I. S. Nasrun, "Pengolahan Limbah Kantong Plastik Jenis Kresek Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis," *Jurnal Energi Elektrik Volume IV Nomor 1*, p. 2, 2015.
- [10] H. Prasetyo, "Mesin Pengolah Limbah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif," P. 2, 2016.

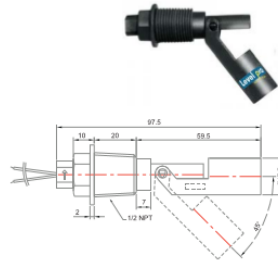
- [11] M. Rijani, “Konversi Plastik Polipropilena Menjadi Bahan Bakar Minyak,” *Seminar Nasional Cendekiawan 2015* , p. 230, 2015.
- [12] R. S. Wasesa, “Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Dengan Alat Pengolahan Sampah Plastik Fixed-Bed Reaktor, Dua Kondensor Tahun 2016,” *Keslingmas Vol. 35 Hal. 152-277*, p. 227, 2016.
- [13] T. Landi, “Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif,” *Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 5, No. 1, P. 5*, 2017.
- [14] A. Munadi, “Switch Magnetik,” *Jurnal Politeknik Negeri Sriwijaya*, p. 14, 2015.
- [15] R. Triady, “Prototipe Sistem Keran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat,” *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 03, No. 3 , P. 27*, 2015.
- [16] D. A. O. Turang, “Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile,” *Seminar Nasional Informatika 2015 (Semnasif 2015) Issn: 1979-2328 Upn "Veteran" Yogyakarta*, P. 78, 2015.
- [17] A. Ardianto, “Pemanfaatan Mikrokontroler Atmega8535 Dan Sensor Pir Sebagai Pengendali Alat Pengering Tangan,” P. 4, 2015.

LAMPIRAN

A. Datasheet Sensor Float Switch

SPECIFICATION	PLS 31 I 41	PLS 33
Float Material	PP	PVDF
Wetted Parts Material	PP	PVDF
Float Type	P10	P10
Working Temperature	-20 / +80°C / -30 / +120°C	-30 / +120°C
Mechanical Connection	½" NPT / BSP	½" NPT / BSP
Max. Pressure	60 psi	2
Min. Density (g/cm3)	0.75	0.85
Electrical Connection	Cable	Cable
Number of Floats	1 Std.	1 Std.
Number of Contacts	1 Std.	1 Std.
Contact Capacity	10W / 200VDC / 140VAC	10W / 200VDC / 140VAC
Description	Liquid Level Relay	Liquid Level Relay

Model - PLS34H / PLS35H



B. Datasheet ATmega 8535

Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 512 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels for TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator

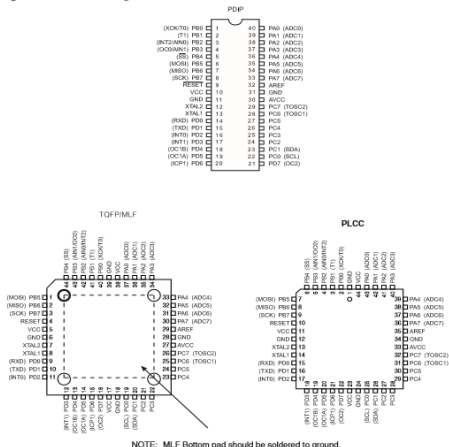


8-bit AVR®
Microcontroller
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega8535
ATmega8535L

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



NOTE: MLF Bottom pad should be soldered to ground.

C. Datasheet Solenoid Valve

2W 160 15 AC220V V

2 Way Direct Acting
Orifice
Pipe Size
Available Voltage
AC:110V
AC:220V
DC :24V
Contact the Factory for Others

Blank:NBR
V:For High Temp.



Specifications

Model code	2W025-06	2W025-08	2W040-10	2W160-10	2W160-15	2W200-20	2W250-25	2W350-35	2W400-40	2W500-50
Symbol										
Fluid Media	Air, Water, Oil, Gas									
Operating Mode	Direct Acting									
Type	Normally Closed									
Orifice	2.5	4	16	20	25	35	40	50		
Cv Factor	0.23	0.6	4.8	7.6	12	24	29	48		
Pipe Size	1/8"	1/4"	3/8"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Viscosity	Under 20CTS									
Operating Pressure	Water:0-7 Air:0-7 Oil:0-5									
Fluids Temp.	-5-80℃									
Available Voltage	±10%									
Body Material	Brass									
Seals Material	NBR or VITON									

D. *Listing Program*

/*

This program was created by the

CodeWizardAVR V2.60 Evaluation

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2012 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 04/04/2018

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega8535

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 128

```
*****  
**/
```

```
#include <mega8535.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
// Premium
```

```
#define SW_Premium_Atas PINB.1
```

```
#define SW_Premium_Bawah PINB.0
```

```
#define SV_Premium_Atas PORTD.5 //in3 relay
```

```
#define SV_Premium_Bawah PORTD.4 // in4 relay
```

```
// Solar
```

```
#define SW_Solar_Atas PINB.3
```

```
#define SW_Solar_Bawah PINB.2
```

```
#define SV_Solar_Atas PORTD.7 // in1 relay
```

```

#define SV_Solar_Bawah    PORTD.6 //in2 relay

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
}

void main(void)
{
    char lcd_buffer[33];
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization

    // Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In
    Bit1=In Bit0=In

    DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) |
    (0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1) | (0<<DDA0);

    // State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T
    Bit0=T

```

```
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) |  
(0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2) | (0<<PORTA1)  
| (0<<PORTA0);
```

```
// Port B initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In
```

```
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) |  
(0<<DDB3) | (0<<DDB2) | (0<<DDB1) | (0<<DDB0);
```

```
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) |  
(0<<PORTB4) | (1<<PORTB3) | (1<<PORTB2) | (1<<PORTB1)  
| (1<<PORTB0);
```

```
// Port C initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In  
Bit1=In Bit0=In
```

```
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) |  
(0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1) | (0<<DDC0);
```

```
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T  
Bit0=T
```

```
PORTC=(1<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) |  
(0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2) | (0<<PORTC1)  
| (0<<PORTC0);
```

```

// Port D initialization

// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In
Bit1=In Bit0=In

DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) |
(0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);

// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T
Bit0=T

PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) |
(0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1)
| (0<<PORTD0);


// Timer/Counter 0 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer 0 Stopped

// Mode: Normal top=0xFF

// OC0 output: Disconnected

TCCR0=(0<<WGM00) | (0<<COM01) | (0<<COM00) |
(0<<WGM01) | (0<<CS02) | (1<<CS01) | (1<<CS00);

TCNT0=0x00;

OCR0=0x00;


// Timer/Counter 1 initialization

// Clock source: System Clock

```

```

// Clock value: Timer1 Stopped

// Mode: Normal top=0xFFFF

// OC1A output: Disconnected

// OC1B output: Disconnected

// Noise Canceler: Off

// Input Capture on Falling Edge

// Timer1 Overflow Interrupt: Off

// Input Capture Interrupt: Off

// Compare A Match Interrupt: Off

// Compare B Match Interrupt: Off

TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) |
(0<<COM1B0) | (0<<WGM11) | (0<<WGM10);

TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) |
(0<<WGM12) | (0<<CS12) | (0<<CS11) | (0<<CS10);

TCNT1H=0x00;

TCNT1L=0x00;

ICR1H=0x00;

ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;

```



```

// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer2 Stopped

// Mode: Normal top=0xFF

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0<<AS2;

TCCR2=(0<<WGM20) | (0<<COM21) | (0<<COM20) |
(0<<WGM21) | (0<<CS22) | (0<<CS21) | (0<<CS20);

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;


// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) |
(0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) | (0<<OCIE0) |
(1<<TOIE0);


// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

// INT2: Off

MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);

```

```
MCUCSR=(0<<ISC2);
```

```
// USART initialization
```

```
// USART disabled
```

```
UCSRB=(0<<RXCIE) | (0<<TXCIE) | (0<<UDRIE) |  
(0<<RXEN) | (0<<TXEN) | (0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) |  
(0<<TXB8);
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```
// Analog Comparator: Off
```

```
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) |  
(0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);
```

```
SFIOR=(0<<ACME);
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC disabled
```

```
ADCSRA=(0<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) |  
(0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (0<<ADPS2) | (0<<ADPS1) |  
(0<<ADPS0);
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) |  
(0<<CPOL) | (0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
```

```
// TWI initialization
```

```
// TWI disabled
```

```
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) |  
(0<<TWEN) | (0<<TWIE);
```

```
// Alphanumeric LCD initialization
```

```
// Connections are specified in the
```

```
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD  
menu:
```

```
// RS - PORTD Bit 0
```

```
// RD - PORTD Bit 1
```

```
// EN - PORTD Bit 2
```

```
// D4 - PORTD Bit 4
```

```
// D5 - PORTD Bit 5
```

```
// D6 - PORTD Bit 6
```

```
// D7 - PORTD Bit 7
```

```
// Characters/line: 16
```

```
// Kondisi awal
```

```
SV_Premium_Bawah = 0;
```

```
SV_Premium_Atas = 1;
```

```
SV_Solar_Bawah = 0;
```

```
SV_Solar_Atas = 1;
```

```
perhitungan_liter=0;
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
if((SW_Solar_Bawah==1) && (SW_Solar_Atas==1))
```

```
{SV_Solar_Bawah = 1;
```

```
SV_Solar_Atas = 0;
```

```
delay_ms (100);
```

```
}
```

```
if((SW_Solar_Bawah==0) && (SW_Solar_Atas==0))
```

```
{SV_Solar_Bawah = 0;
```

```
SV_Solar_Atas = 1;
```

```
delay_ms (100);
```

```
}
```

```
if((SW_Premium_Bawah==1) && (SW_Premium_Atas==1))
```

```
{SV_Premium_Bawah = 1;  
SV_Premium_Atas = 0;  
delay_ms (100);  
}
```

```
if((SW_Premium_Bawah==0) && (SW_Premium_Atas==0))  
{SV_Premium_Bawah = 0;  
SV_Premium_Atas = 1;  
delay_ms (100);  
}
```

```
}
```

```
}
```

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 05 Oktober 1997. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menyelesaikan studi di SMAN 1 Geger Madiun dan melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, pada tahun 2015. Bidang minat yang ditekuni yaitu Instrumentasi.

Pengalaman Kerja Praktik di PT Petrokimia Gresik, dengan judul Keterampilan Pengoperasian Kompresor *Plant Air MC2231D* pada Unit Utilitas I Pabrik I PT. Petrokimia Gresik. Penulis aktif dalam kepanitian dan juga organisasi mahasiswa.

E-mail : dyahsari1997@gmail.com

No. HP : 081327755902

